

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-125491

(43)公開日 平成5年(1993)5月21日

(51)Int.Cl.⁵
C 22 C 38/00
38/26
38/32

識別記号 庁内整理番号
302 Z 7217-4K

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平3-313261

(22)出願日 平成3年(1991)11月1日

(71)出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72)発明者 植松 美博

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所内

(72)発明者 宮楠 克久

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所内

(72)発明者 平松 直人

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所内

(74)代理人 弁理士 和田 慶治

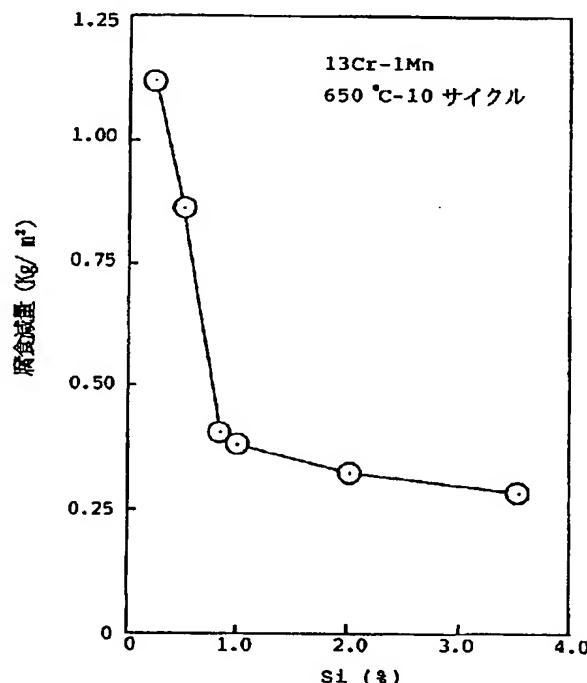
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高温塩害特性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼

(57)【要約】

【目的】 13Crを中心とするフェライト系ステンレス鋼において、18Crと同等の耐熱性および高温塩害特性を発現させ、内燃機関の排ガス経路部材に要求される諸特性を具備させる。

【構成】 重量%において、C:0.03%以下、Si:0.8~4.0%、Mn:0.8~2.0%、Cr:10.0~17.0%未満、Nb:0.3~1.5%、N:0.03%以下、場合によってはさらに、Mo:2.5%以下、Cu:2.5%以下、Al:0.5%以下、Ti:0.5%以下、V:0.5%以下、Zr:1.0%以下、W:1.5%以下、B:0.01%以下、REM:0.1%以下の一種または二種以上を含有したうえ、 $[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$ の式に従う [Nb] が0.3以上の関係を満足するようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上不可避的不純物からなる高温塩害特性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%において、

C : 0.03%以下、

Si : 0.8~4.0%、

Mn : 0.8~2.0%、

Cr : 10.0~17.0%未満、

Nb : 0.3~1.5%、

N : 0.03%以下、

ただし、

$$[\text{Nb}] = \text{Nb\%} - 8 (\text{C\%} + \text{N\%})$$

の式に従う [Nb] が0.3以上の関係を満足するようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上の不可避免的不純物からなる高温塩害特性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

【請求項2】 重量%において、

C : 0.03%以下、

Si : 0.8~4.0%、

Mn : 0.8~2.0%、

Cr : 10.0~17.0%未満、

Nb : 0.3~1.5%、

N : 0.03%以下、

を含有し、さらに、

Mo : 2.5%以下、Cu : 2.5%以下、Al : 0.5%以下、Ti : 0.5%以下、V : 0.5%以下、Zr : 1.0%以下、W : 1.5%以下、B : 0.01%以下、REM : 0.1%以下の一種または二種以上を含有したうえ、

$$[\text{Nb}] = \text{Nb\%} - 8 (\text{C\%} + \text{N\%})$$

の式に従う [Nb] が0.3以上の関係を満足するようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上の不可避免的不純物からなる高温塩害特性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば各種内燃機関の排ガス系統の材料として好適なフェライト系耐熱用ステンレス鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車や工場から排出されるガスによる大気汚染が大きな問題となっている。たとえば自動車の排ガスは公害防止の観点からNOx、HC、COなどの量が規制されてきたが、最近では酸性雨などの点から規制がより厳しくなる傾向にある。このため、排ガスの浄化効率の一層の向上が必要となってきた。

【0003】一方、この浄化効率の向上に加え、最近ではエンジンの高出力化あるいは性能アップの要求が高まっているので、排ガス温度は上昇する傾向にある。また環境面では、冬季の路面凍結に対しての運転上の安全性を確保するため、路面凍結防止材が多量に散布されるようになった。このため自動車の下部部材のうちでも、特に排ガス経路のように高温に保持される部材において

は、高温状態でかのような路面凍結防止材（塩類）が付着することによる高温塩害が問題となる。

【0004】このような背景から、排ガス系統の部材は運転中における高温、振動による機械的な応力変動、運転パターンに依存した冷熱サイクル、更には冬季における高温塩害など極めて過酷な状況下にさらされることになり、この傾向は強まるばかりである。ステンレス鋼などの耐熱鋼をこれらの用途で使用する場合、耐熱性に優れることは無論であるが、上述した高温塩害特性も重要な要素となる。また板材あるいはパイプのいずれかを用いても厳しい加工を受けることから、加工性に優れることが必要となる。

【0005】SUS304に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼は高温強度に優れ且つ加工性も良好である点において上記のような用途に対して有望な材料であると考えられている。しかし、オーステナイト系ステンレス鋼は熱膨張係数が大きいことから、加熱一冷却を受けるような用途では使用中に発生する熱応力による熱疲労破壊が懸念されており、また表面酸化物との熱膨張差が大きいことから加熱一冷却時に表面酸化物が剥離しやすい。

【0006】このことから一部の用途ではInconel 600に代表されるNi基の合金が使用されている。この合金材料は熱膨張係数が低く、また表面酸化物の密着性など耐高温酸化特性に優れ、かつ優れた高温強度を有しているので有望な材料である。だが、きわめて高価な材料であるため広く一般に使用されるには至っていない。

【0007】一方、フェライト系ステンレス鋼はオーステナイト系ステンレス鋼に比べて安価である。また熱膨張係数が小さいので熱疲労特性に優れている。従って加熱一冷却の温度サイクルを受ける用途に適すると考えられる。そのため、この分野の一部の用途に対してType 409やSUS304で代表されるフェライト系ステンレス鋼が使用始めている。

【0008】しかし、前述のようなフェライト系ステンレス鋼材料は一般に900°C以上になると強度が著しく低下するという性質があり、このために強度不足による高温疲労破壊を起こすという問題や、耐酸化限界を越えると異常酸化を起こすという問題がある。

【0009】これらの問題に対し、MoやCrなどの添加により高温強度を改善することやAlなどのメッキにより耐食性を改善することは一般的に知られているが、合金元素の添加は一般的に鋼の衝撃韌性を著しく劣化させ、製造性および溶接性等を害する。またAlなどのメッキを施す場合には溶接性を著しく劣化させる。

【0010】このことから、本願と発明者を共通にする特願平2-74785号において、低温韌性、溶接性および耐熱性に優れるフェライト系耐熱用ステンレス鋼を提案した。

【0011】

【発明が解決ようとする課題】特願平2-74785号では、

Cr量が17%以上を含有する鋼に対しての低温靭性、溶接性および耐熱性の改善を意図したものであり、また、高温塩害特性については未知であった。そこで、本発明者は13Crを中心とする低Cr域においても、18Crと同等もしくはそれ以上の高温強度、耐酸化性、耐高温塩害性などの耐熱性を発現させることを課題として研究を進めた。

【0012】すなわち本発明の目的とするところは、排ガス浄化効率の向上、内燃機関の高出力化および高性能化などの進展とともにますます厳しくなる排ガス経路部材の使用条件および環境に対応すべく、より安価な13%のCr系において、18Crと同等もしくはそれ以上の特性を具備した耐熱性特に高温塩害特性および加工性の優れた耐熱用フェライト系ステンレス鋼材料を得ることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、重量%において、

C : 0.03%以下、

Si : 0.8~4.0%，

Mn : 0.8~2.0%，

Cr : 10.0~17.0%未満、

Nb : 0.3~1.5%，

N : 0.03%以下、

を含有し、さらに場合によっては、

Mo : 2.5%以下、Cu : 2.5%以下、Al : 0.5%以下、Ti : 0.5%以下、V : 0.5%以下、Zr : 1.0%以下、W : 1.5%以下、B : 0.01%以下、REM : 0.1%以下の一種または二種以上を含有したうえ、

$$[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$$

の式に従う[Nb]が0.3以上の関係を満足するようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上の不可避の不純物からなる高温塩害特性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼を提供する。

【0014】

【作用】図1は、製品としての高温強度に及ぼすNbの作用を示したものである。すなわち、Fe-13%Cr-1.0%Siの基本組成に対してNbの添加量を変えた場合について、後記実施例と同一条件で製造した試験片の700°Cにおける高温引張試験結果である。なおNb量についてはNb% - 8(C% + N%)で整理した固溶[Nb]量を横軸に示す。図1に見られるように、固溶[Nb]量を0.3%以上とすることにより、高温強度が急激に改善されることがわかる。すなわち高温強度の改善には0.3%以上の固溶[Nb]の添加が有効であるとの知見を得た。

【0015】図2は高温酸化特性に及ぼすSiとMnの作用を示したものである。すなわち、Fe-13%Cr-0.5%Nbを基本組成としてMnおよびSi量を変化させ、後記実施例に従う方法で製造した高温酸化用試験片について、大気中で1000°C×100時間の連続酸化を実施したさ

いの異常酸化の発生の有無をMnとSi量で整理したものである。図2の結果から、Mn量を0.8%以上、そしてSi量を0.8%より多く添加することによって高温酸化特性が改善されることがわかる。

【0016】図3は、高温塩害特性に及ぼすSiの作用を示す。すなわち、Fe-13%Cr-1%Mn-0.5%Nbを基本組成としSi量を変化させ、後記実施例に従う方法で製造した高温塩害用試験片について、26%飽和食塩水に5分間浸漬後、650°Cで2時間加熱し、5分間冷却することを1サイクルとして、これを10サイクル繰り返した場合の腐食減量を示す。図3の結果から、Siを0.8%より多く添加した場合には腐食減量が著しく低下し、耐高温塩害性が顕著に改善されることがわかる。

【0017】このような知見事実に基づき本発明は高温強度および耐酸化性などの耐熱性に優れ、かつ高温塩害特性にも優れたトータルバランスの良好なフェライト系ステンレス鋼を提供するものである。

【0018】以下に本発明鋼における各成分の作用とそれらの含有量の限定理由を述べる。

【0019】CとN : CとNは一般的には高温強度を高めるために重要な元素であるが、反面含有量が多くなると耐酸化性、加工性ならびに靭性の低下を来す。またCとNはNbとの化合物をつくり、フェライト相中の有効Nb量を減少せしめる。このような理由からそれぞれ0.03%以下とする。

【0020】Si : Siは耐高温塩害性に有効に作用し本発明鋼の重要な元素である。前記の図2および図3に示したように、0.8%より多く添加することにより高温酸化特性および耐高温塩害性を改善する。しかし過剰に添加すると硬さが上昇し加工性、靭性の低下をもたらすので0.8~4.0%の範囲とする。

【0021】Mn : Mnも本発明鋼の重要な元素で、図2の結果に見られるように0.8%以上Mnを添加することによって高温酸化特性が改善される。しかし過剰に添加するとオーステナイト相の析出などによる熱疲労特性の低下などが考えられる。したがってMnは0.8~2.0%の範囲とする。

【0022】Cr : Crは耐酸化性および耐高温塩害性の改善に不可欠の元素であり、耐酸化性を維持するためには10%以上の添加を必要とする。一方、過剰に添加すると鋼の脆化を招き、また硬さの上昇によって加工性も劣化するので17%未満とする。

【0023】Nb : Nbは高温強度を維持せしめるのに有効に作用するので本発明鋼の重要な元素である。図1の高温引張試験結果からもわかるように、高温強度を改善するためには少なくとも0.3%以上添加する必要がある。この場合、NbはCとNによる化合物を生成するので、単にNb量を0.3%以上としてもCとNの量によって固溶Nb量は減少し、高温強度に及ぼすNbの効果は減少する。したがって[Nb] = Nb% - 8(C% + N%)の

式に従う [Nb] すなわち固溶Nb量が0.3%以上となる関係を満足することが必要である。一方、Nbを過剰に添加すると溶接高温割れ感受性が高くなる。十分な高温強度を維持し、なおかつ溶接高温割れ感受性に余り影響を及ぼさないようにNbの上限を1.5%とする。

【0024】Mo : Moは鋼の高温強度を上昇させる。また耐高温酸化および耐食性の改善にも有効である。一方、過剰に添加すると低温での韌性を著しく低下させ、また製造性および加工性の低下をきたすため上限を2.5%とする。

【0025】Cu : Cuは鋼の耐食性や韌性の改善に有効な元素である。一方、過剰に添加すると硬質となり加工性を害することから上限を2.5%とする。

【0026】Al : Alは鋼の耐高温酸化特性を改善する。しかし過剰に添加すると製造性および溶接性で問題となるため上限を0.5%とする。

【0027】Ti : Tiは鋼の高温強度を上昇させ、加工性も改善する。しかしAlと同様過剰添加すると製造性および溶接性で問題となるため、上限を0.5%とする。

【0028】V : VもTiと同様に鋼の高温強度を上昇させ、加工性を改善する。しかし過剰に添加すると逆に強度の低下を招く。よって上限を0.5%とする。

【0029】Zr : Zrは鋼の高温強度を上昇させる。しかし過剰に添加すると強度の低下を招くので上限を1.0%とする。

【0030】W : WもTiやVと同様に鋼の高温強度を上昇させる。しかし過剰に添加すると強度の低下を招くので上限を1.5%とする。

【0031】B : Bは鋼の熱間加工性を改善し、高温強

度も上昇させ、また加工性をも改善する作用がある。しかし過剰に添加するとかえって熱間加工性の低下を招くため上限を0.01%とする。

【0032】REM(希土類元素) : 希土類元素は微量添加によって鋼の熱間加工性を改善し、耐酸化、特にスケールの密着性を改善する。しかし過剰に添加すると逆に熱間加工性の低下を招くため、上限を0.1%とする。ここでREMは本明細書においてYおよびランタノイドの元素群を意味する。

【0033】

【実施例1】表1に供試材の化学成分値を示した。M1からM15は本発明鋼で、M16からM20は比較鋼である。これらの鋼の各鋼塊を25mmの丸棒または25mm厚の板に鍛造し、丸棒は950~1100°Cで焼鈍後、JIS標準の高温引張試験片に加工した。鍛造板は切削後に加熱炉抽出温度1200°Cで熱間圧延を施し、5mm厚みの熱延板とし、900から1000°Cで焼鈍後、冷延一焼鈍を施して2mm厚の冷延焼鈍板とし、この板厚において高温酸化試験および高温塩害試験に供した。

【0034】高温引張試験はJISG0567に準じて700°Cおよび900°Cでの高温引張強さを測定した。高温酸化試験は高温で100時間の連続酸化試験を実施した場合の異常酸化が発生しない温度（耐酸化限界温度）をもって評価した。高温塩害試験は、26%飽和食塩水に5分間浸漬→650°Cで2時間加熱→5分間冷却を1サイクルとして、これを10サイクル繰り返した後の腐食減量を測定した。これらの試験結果を表2に示した。

【0035】

【表1】

供試材の化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	Cr	Nb	N	その他	[Nb]
本 発 明 鋼	M 1	0.0032	0.84	1.27	12.98	0.35	0.0028	— 0.30
	M 2	0.0111	0.99	0.97	13.08	0.55	0.0052	— 0.42
	M 3	0.0122	1.01	0.95	13.05	1.21	0.0060	— 1.06
	M 4	0.0127	2.04	0.88	12.87	0.49	0.0066	— 0.34
	M 5	0.0102	3.52	0.85	13.01	0.46	0.0085	— 0.31
	M 6	0.0111	0.99	0.97	14.96	0.47	0.0060	— 0.33
	M 7	0.0052	0.94	1.02	13.02	0.43	0.0085 Cu:0.27	0.32
	M 8	0.0028	1.02	0.94	16.54	0.42	0.0032 Mo:2.42	0.37
	M 9	0.0078	1.00	1.02	12.88	0.49	0.0082 Al:0.40	0.36
	M 10	0.0092	0.99	1.08	13.07	0.48	0.0102 Ti:0.25	0.32
	M 11	0.0104	1.02	0.98	13.02	0.47	0.0092 V : 0.21	0.31
	M 12	0.0100	1.21	1.04	12.96	0.50	0.0088 Zr:0.64	0.35
	M 13	0.0104	1.07	0.89	13.14	0.51	0.0092 W : 0.75	0.35
	M 14	0.0089	1.12	1.05	13.05	0.48	0.0112 B : 0.003	0.32
	M 15	0.0099	1.17	1.06	12.93	0.50	0.0102 REM:0.05	0.34
比 較 鋼	M 16	0.0092	0.35	0.22	12.89	0.29	0.0082	— 0.15
	M 17	0.0052	0.98	0.52	12.72	0.12	0.0065	— 0.03
	M 18	0.0111	0.22	1.05	13.04	0.47	0.0088	— 0.31
	M 19	0.0121	0.51	0.92	13.01	0.50	0.0082	— 0.34
	M 20	0.0107	1.10	1.03	8.45	0.65	0.0098	— 0.49

$$[Nb] = Nb\% - 8(C + N)$$

【0036】

【表2】

供試材の材料特性

		高温での引張強さ(N/mm ²)		異常酸化が発生しない限界温度(°C)	高温塩害試験後の腐食減量(kg/m ²)
		700°C	900°C		
本 発 明 鋼	M 1	188	20	1000°C	0.405
	M 2	193	21	1000°C	0.390
	M 3	196	23	1000°C	0.377
	M 4	193	22	1050°C	0.321
	M 5	202	24	1100°C	0.284
	M 6	183	21	1000°C	0.389
	M 7	194	21	1000°C	0.395
	M 8	212	40	1050°C	0.401
	M 9	201	21	1050°C	0.413
	M 10	202	21	1000°C	0.391
	M 11	206	22	1000°C	0.396
	M 12	213	24	1000°C	0.381
	M 13	221	24	1000°C	0.384
	M 14	200	21	1000°C	0.378
	M 15	197	22	1050°C	0.386
比 較 鋼	M 16	142	17	800°C	0.952
	M 17	63	16	850°C	0.418
	M 18	184	20	850°C	1.118
	M 19	186	22	850°C	0.862
	M 20	191	21	850°C	0.418

(注) 耐酸化性限界温度は100時間連続酸化試験による。

(注) 高温塩害試験は26% NaCl×5分浸漬-650°C×2時間加熱-5分冷却を10サイクル繰返しによる。

【0037】表2の結果から次のことが明らかである。
 【0038】Si, MnおよびNbの添加量が低い比較鋼のM16は高温酸化特性、高温塩害特性および高温強度が劣る。Mnおよび固溶Nb量が低いM17は高温強度と高温酸化特性が劣る。一方、Siの添加量が低いM18とM19は高温酸化特性と高温塩害特性が劣る。またCr量が低いM20は高温酸化特性が劣る。これに対して、本発明鋼のM1~M15は、高温強度、高温酸化特性および高温塩害

特性がいずれも良好である。

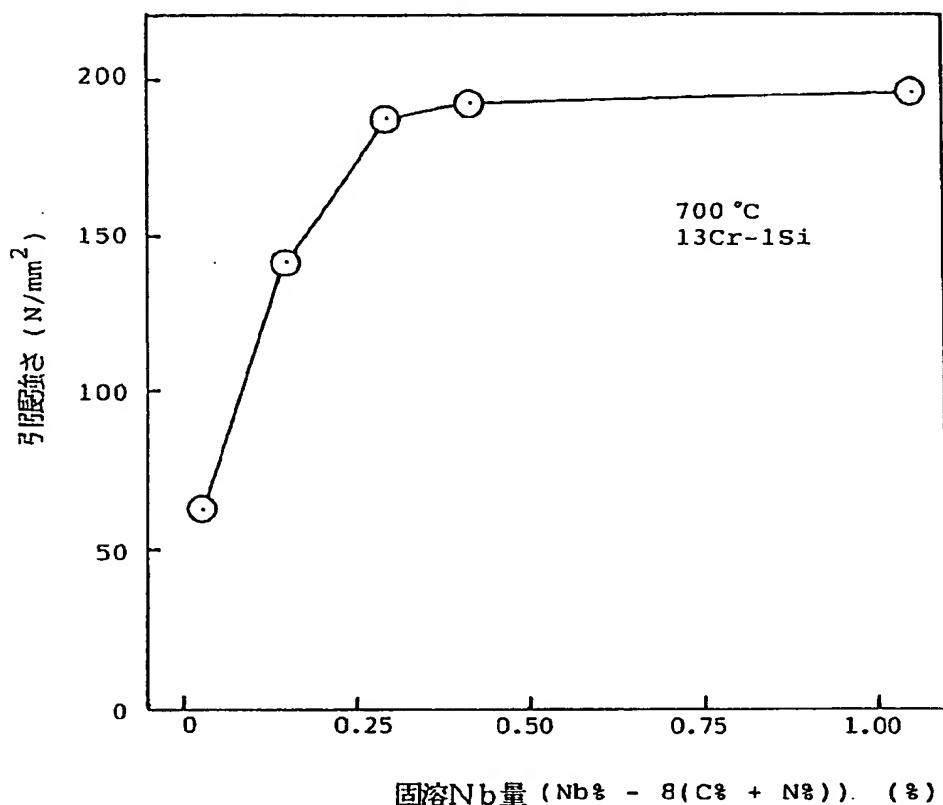
【図面の簡単な説明】

【図1】高温強度に及ぼす[Nb]量の影響を示す試験結果図である。

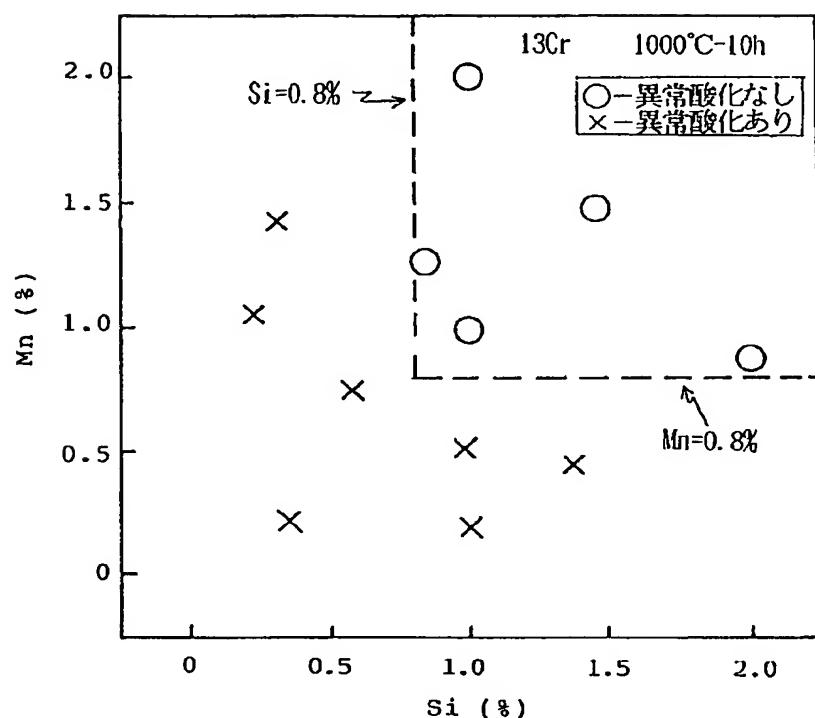
【図2】高温酸化特性に及ぼすSiとMnの影響を示す試験結果図である。

【図3】高温塩害特性に及ぼすSiの影響を示す試験結果図である。

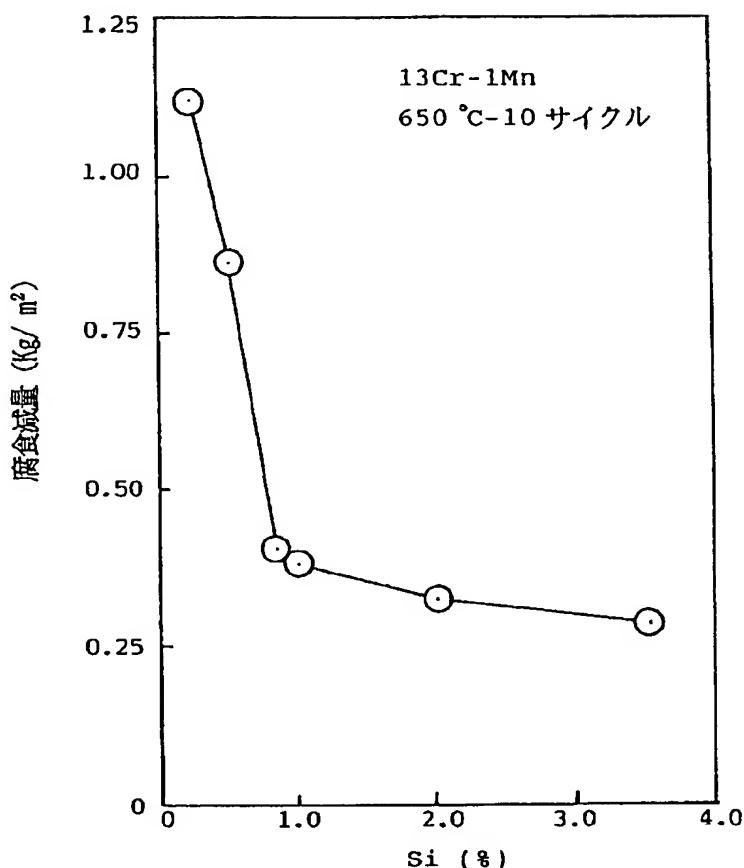
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 中村 定幸
山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社鉄鋼研究所内